

# 고성능 응용 서비스를 위한 모바일 클라우드 시스템

송성민\*, 김우중\*, 윤찬현\*  
 \*한국과학기술원 전기및전자공학과  
 e-mail : {songsm87, w.j.kim, chyoun}@kaist.ac.kr

## A Study on Mobile Cloud System for High performance Application Service

Seong-Min Song\*, Woo-Joong Kim\* , Chan-Hyun Youn\*  
 \*Dept. of Electrical Engineering, KAIST

### 요 약

본 논문에선 최근 증가하는 모바일 디바이스 사용에 따른, 기존 모바일 클라우드 시스템의 문제점을 제시한다. 이러한 문제점을 고려하여 고성능 컴퓨팅 응용 서비스를 제공할 수 있는 새로운 모바일 클라우드 시스템을 제안한다. 새로 제안하는 시스템을 서술하고, 실험 및 결과 분석을 통하여 이런 시스템이 서비스를 제공하는데 있어 적합성을 기존 모바일 클라우드 시스템과 비교한다.

### 1. 서론

최근 모바일 디바이스의 확산과 함께 모바일 환경에서 3D 그래픽 응용, 증강현실 응용과 같은 고사양 응용 수요가 증가하고 있다. 그에 반해 모바일 디바이스의 제한된 자원은 이런 수요를 충족시키지 못해 이를 해결하기 위한 방법으로 클라우드 컴퓨팅을 접목시킨 모바일 클라우드 컴퓨팅이 많은 연구가 되고 있다. 이는 자원에 대해 제한적인 모바일 디바이스의 성능을 극복하고 고사양 응용을 수용 가능하도록 하는 기술로 제시된다.

모바일 클라우드 컴퓨팅을 실현하는 방법엔 다양한데 본 논문에서는 모바일 디바이스가 수행해야 할 작업을 클라우드 환경에서 대신 수행해 주는 미들웨어 시스템을 구축하는 방법에 초점을 맞추고 있다. 오프로딩을 수행하는 주체가 미들웨어가 되고 모바일 디바이스는 해당 미들웨어 시스템에 응용 서비스를 요청만하는 형태이다. 이 후 미들웨어 시스템이 클라우드 환경에서 수행한 결과를 받기만 한다.

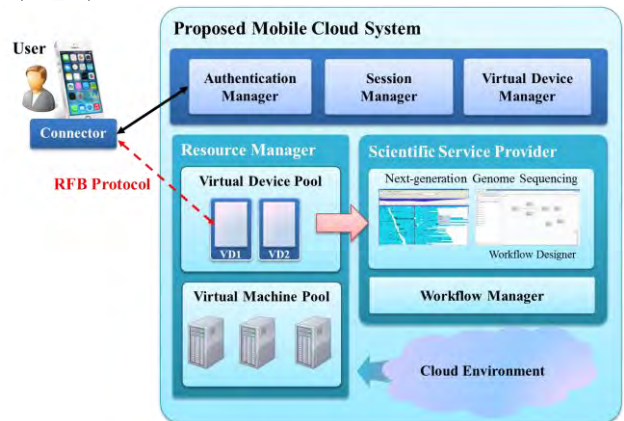
이에 대한 기존 연구는 모바일 클라우드 미들웨어의 아키텍처를 제안하는 연구 뿐만 아니라 비즈니스, 전자 상거래, 학습, 헬스케어 등등의 다양한 응용을 제공하는 모바일 클라우드 미들웨어 시스템들이 연구되었다[1,2,3,4]. 하지만, 이런 기존 모바일 클라우드 시스템은 Scientific application 과 같이 computing-intensive 하고 시간이 오래 걸려 대규모 자원을 필요로 하는 고성능 컴퓨팅 응용 서비스에 대해서는 적합하지 않다. 왜냐하면 미들웨어가 클라우드로부터 수행한 중간 또는 결과 데이터를 사용자가 확인하기 위해 모바일 디바이스에 직접 받아야 하는 시스템 구조이기 때문에 보통 대규모의 결과 데이터가 전송되는 고성능 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는데 부적합하다.

이런 형태의 구조는 네트워크 자원과 배터리 용량이 제한적인 모바일 디바이스에겐 치명적인 성능 저하와 전력 소비 문제를 야기한다. 특히, scientific application 의 경우 입력 데이터 양에 따라 발생하는 데이터의 양이 GB 단위 이기도 하기 때문에 이런 데이터를 모바일 디바이스가 직접 받는다면 많은 시간과 전력이 소모되어 현실적으로 이용이 불가능하다. 실제 scientific application 인 Bioinformatic Research 서비스를 모바일 환경에서 제공하기 위해 제안된 모바일 클라우드 시스템 또한 이러한 문제를 고려하지 않고 있다 [5].

본 논문에선 이런 기존 모바일 클라우드 시스템의 문제점을 해결하고 scientific application 과 같은 고성능 컴퓨팅 응용 서비스를 제공할 수 있는 새로운 모바일 클라우드 시스템을 제안한다.

### 2. 제안하는 모바일 클라우드 시스템

제안하는 모바일 클라우드 시스템 아키텍처는 그림 1과 같다.



<그림 1. 제안하는 모바일 클라우드 시스템 아키텍처>

해당 시스템은 모바일 운영체제(e.g. android)를 포팅한 클라우드 인스턴스인 가상 단말(Virtual Device)을 제공한다. 사용자는 모바일 디바이스에 설치된 Connector 를 통해 해당 모바일 클라우드 시스템이 제공하는 가상 단말에 RFB 프로토콜을 통해 원격접속하며 이 위에서 모바일 디바이스 대신 고성능 컴퓨팅 응용 서비스에 대한 요청, 중간 및 결과 데이터 획득, 결과 데이터 가시화(Visualization)를 수행할 수 있다. 이는 모바일 디바이스가 수행하던 미들웨어에 서비스를 요청하고 결과데이터를 모니터링 하는 클라이언트 역할까지 가상 단말에 맡기는 것으로 고성능 컴퓨팅 응용 서비스를 제공받으면서 발생하는 데이터에 관한 트래픽을 가상 단말로 오프로딩 할 수 있다. 그래서 앞서 언급한 과도한 네트워크 자원 사용으로 인해 모바일 디바이스에 발생할 성능 저하와 전력 소비 문제를 해결할 수 있다. 결과적으로 실제 모바일 디바이스는 원격접속으로 발생하는 트래픽을 부담하게 되는데 이는 가상단말을 사용하지 않았을 때 발생할 트래픽에 비교했을 때 현저히 적다는 것을 다음 장에서 실험을 통해 보일 것이다. 더구나, 특정 이벤트 발생(e.g. 중간 및 결과 데이터 획득 완료 이벤트)에 따른 Push Notification 을 제공하면 항상 원격접속을 할 필요가 없어 트래픽을 더욱 줄일 수 있다.

제안하는 모바일 클라우드 시스템의 전체 동작 과정은 다음과 같다. 사용자는 Connector 를 통해 사용자 등록을 수행하고 로그인을 수행한다. 이 후 Authentication Manager 는 사용자 인증을 수행하고 Virtual Device Manager 는 해당 사용자의 가상 단말을 활성화하고 Session Manager 는 해당 가상 단말에 대한 세션 키를 Connector 에 제공해 원격 접속한다. 사용자 자신의 가상단말에 접속한 이후 가상단말 내부의 어플리케이션을 통해 High Performance Service Provider 가 제공하는 클라우드 기반 고성능 응용 서비스를 이용한다. High Performance Service Provider 의 Workflow Manager 는 워크플로우 스케줄링을 통해 최소한의 클라우드 자원을 사용하는 동시에 사용자가 요구하는 성능을 보장하면서 고성능 응용을 수행하고 결과는 Workflow Designer & Monitor 를 통해 확인한다.

### 3. 실험 및 결과 분석

실험에선 제안한 가상단말을 사용하는 모바일 클라우드 시스템을 통해 고성능 응용 서비스를 제공받는 경우와 기존 모바일 클라우드 시스템을 통해 고성능 응용 서비스를 제공받는 경우 실제 모바일 디바이스에서 발생하는 네트워크 트래픽을 측정 비교 했다. 실험에 사용한 응용은 유전체 분석 응용인 Burrows-Wheeler Aligner(BWA)으로 index, alignment, sampe 작업으로 구성된 워크플로우 응용이다[6]. 실험에 사용한 입력 데이터는 표 1 과 같다.

Scenarios	Input Reads	Size
Reference	Chromosome No.22	49.9MB
Dataset1	Input read	759MB
Dataset2	Input read	780MB

<표 2. 샘플 입력 데이터 >

해당 응용 서비스를 각 시스템에서 한번씩 요청해 측정된 네트워크 트래픽 결과는 표 2 와 같다. 입력 데이터를 전송하는 트래픽은 제외했다.

	기존 모바일 클라우드 시스템	제안한 모바일 클라우드 시스템
네트워크 트래픽(GB)	3.97	0.12

<표 2. 실험 결과 >

실험 결과 제안한 시스템의 경우 모바일 디바이스에서 발생하는 네트워크 트래픽을 기존 모바일 클라우드 시스템에 비해 거의 33 배 줄일 수 있었다. 제안한 시스템에서 발생한 네트워크 트래픽은 고성능 응용 서비스를 수행하는 동안 가상단말에 원격접속하면서 발생한 데이터이고 2 장에서 언급했듯이 Push Notification 기능을 이용하면 트래픽을 더욱 줄일 수 있다. 결과적으로 제안하는 모바일 클라우드 시스템이 고성능 응용 서비스를 제공하는데 적합하다고 할 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 모바일 디바이스가 수행해야 할 작업을 클라우드 환경에서 대신 수행하는 미들웨어 시스템을 구축하는 방법을 설명하였다. 이를 통하여 고성능 컴퓨팅 서비스 제공, 수행에 대해서 소개하였다. 실험을 통하여 제안된 모바일 클라우드 시스템을 이용하여 고성능 응용 서비스를 제공받는 경우 네트워크 트래픽 데이터 감소를 확인하였다.

### 감사의 글

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-클라우드 Collaboration 기술 사업과 BK21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-0006425)

### 참고문헌

- [1]D. Huang, X. Zhang, M. Kang, and J. Luo, "Mobicloud: A secure mobile cloud framework for pervasive mobile computing and communication," in Proceedings of 5th IEEE International Symposium on Service-Oriented System Engineering, 2010.
- [2]Yang X, Pan T, Shen J. On 3G mobile e-commerce platform based on cloud computing, 2010; 198–201.
- [3]Gao H, Zhai Y. System design of cloud computing based on mobile learning, In Proceedings of the 3rd International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling (KAM), 2010; 293–242.
- [4]Doukas C, Pliakas T, Maglogiannis I. Mobile healthcare information management unitizing cloud computing and Android OS, In Annual International Conference of the IEEE on Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010; 1037–1040.
- [5]Yao, Jinhui, et al. "Facilitating Bioinformatic Research with Mobile Cloud."CLOUD COMPUTING 2011, The Second International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization. 2011.
- [6] Burrows-wheeler aligner (bwa). <http://bio-bwa.sourceforge.net/>.